

English Language Translation of DE 19639644 A1

5 **Method and Arrangement for Controlling Functions in a Program-controlled Circuit in the Event of Operating Voltage Failure**

Description

10

In data processing and call processing installations, especially communication installations or communication systems, measures might have to be taken that ensure a predetermined or defined behaviour of the communication installation in the event of operating voltage - the primary voltage source - failure. These measures cause for example a backing up of critical data or operating conditions of the communication installation beyond the period of the voltage failure and/or guarantee the upkeep of high priority functions - essential basic functions - or the performance features realized by those. Additionally, important events or program-specific procedure information of program-controlled processes currently active in the event of voltage failure are recorded - for example the trace or debucking information necessary for failure analysis.

So far, in communication installations or in computer systems back-up batteries or accumulators are employed for the energy supply necessary for carrying out the discussed measures in the event of operating voltage failure, that keep the communication or computer system in a state ready for operation or at least enable an emergency operation. This substitute energy supply that is absolutely essential for specific applications is, however, coupled with high costs. Alternatively, in the event of operating voltage failure an inexpensive upkeep of at least part of the functionality of the system can be guaranteed by a partial energy supply of the communication system, wherein important

part functions or circuit parts of the system are kept in a state ready for operation or at least data loss is avoided. Such partial energy supplies - or bufferings of components of the communication system by a battery or an accumulator
5 - are carried out for example in volatile memory chips storing critical data or in real time clock circuits. However, by buffering partial functions, the functionality of an installation or of a system is significantly limited in the event of operating voltage failure.

10

The invention is based on the object to optimally utilize the available energy regarding the upkeep of the maximum possible functionality of the arrangement in the event of operating voltage failures in information technology ar-
15 rangements. This object is achieved based on a method and an arrangement according to the features of the preamble of claim 1 and 7 by their characterizing features.

The significant aspect of the inventive method is that at
20 least a partial function of the functions is deactivated in dependency of predefined criteria based on the level of supply voltage. Advantageously, the deactivating is carried out such that the energy reserve of the substitute voltage source is optimally used under consideration of the total
25 functionality - claim 2.

As significant advantage of the inventive method is, that in the event of operating voltage failure all functions running or realized in a communication installation or sys-
30 tem or all performance features realized by those are treated differently across time, i.e. for each function or each performance feature a criteria dependent, function or performance feature individual decision is made whether the respective function or the respective performance feature
35 stays in the active state or can be activated or deactivated. In the inventive method the behaviour or the functionality for each communication system in the event of operating voltage failure can be individually determined by

setting criteria and thus, the available energy of the substitute voltage source can be optimally utilized regarding the upkeep of a maximum possible functionality of the installation.

5

Advantageously, said criteria are represented by priorities that can be allocated to the functions or their partial functions - claim 3, wherein the priorities are allocated according to the importance of the respective functions or
10 partial functions to be buffered and/or the partial or function procedure specific energy consumption - claim 4. By the criteria dependent allocation of priorities a maximum flexibility regarding the achievable functionality of a communication system after an operating voltage failure is
15 achieved.

The inventive method is based on the property of different substitute voltage sources that the level of the supply voltage of the substitute voltage source sinks with sinking
20 residual energy content. Advantageously, the dependency from the level of supply voltage is defined by remaining under this supply voltage below at least one predefined voltage threshold - claim 5. By predefining voltage thresholds a predefined step-by-step function limitation of a
25 communication installation can be realized especially easily. Thereby, in remaining under the supply voltage below a predefined voltage threshold respective measures are carried out that are adjusted such that with decreasing energy reserve of the substitute voltage source only the functions
30 with top priority, i.e. highest importance and/or least partial or function procedure specific energy consumption are active.

Advantageously, the substitute voltage source with limited
35 energy reserve is realized by a back-up battery, a nickel-cadmium accumulator or a capacitor with very high capacity - claim 6. By using a capacitor with very high capacity environmentally problematic batteries and accumulators can be

avoided. Additionally, production technical and logistic advantages arise - no sockets or separate handling are necessary - i.e. the inventive method can be realized especially economic, i.e. inexpensive.

5

Further modifications, especially an arrangement for controlling functions in a program-controlled circuit in the event of operating voltage failure can be taken from the further claims.

10

In the following, the inventive method for controlling functions in a program-controlled circuit in the event of operating voltage failure will be explained in more detail referring to a block diagram.

15

The block diagram shows a control module STB with a sequence control ASE, a real-time clock EU and an element HE identifying the hardware-operating condition of the control module STB. The hardware-operating condition of the control module STB is determined for example by information about deviations of the frequency of quartzes from the normal frequency, time of the voltage failure, type of activity prior to the voltage failure or information for program or circuit specific failure detection or failure analysis - trace and debugging information. Advantageously, the sequence control ASE, real-time clock EU and the element HE identifying the hardware operating condition of the control module STB are realized in an application specific integrated circuit ASIC. In this circuit, a control unit STL necessary for controlling the inventive method is additionally implemented. Further, in the control module STB a volatile memory DRAM is arranged as main memory accessed by all program technical processes currently running in the control module STB and that thus comprises the current data of the running processes or the current configuration data. A supply voltage input UA of the application specific integrated circuit ASIC is connected to the operating voltage BS representing the primary voltage source via a first sup-

ply line VL1 and a first switching unit S1. Further, the supply voltage input UA is connected with a supply voltage input UD of the volatile memory DRAM via a second supply line VL2 with a capacitor K used as substitute voltage source EQ with very high capacity - also called "super cap" - and via a second switching unit S2. In normal, i.e. defect-free system operation of the control module STB the switches SC arranged in the two switching units S1, S2 are closed and thus, the supply voltage inputs UA, UD as well as the capacitor K used as substitute voltage source EQ are connected to the operating voltage VS wherein the capacitor K is charged with energy. In the following, both the operating voltage BS supplied by the primary voltage source and the voltage supplied by the substitute voltage source EQ will be referred to as supply voltage VS. Further, the control module STB comprises three threshold decision means SWE1 ... 3, wherein an output AS of each threshold decision means SWE1 ... 3 is connected via a connection line to an input EA1 ... 3 of the application specific integrated circuit ASIC that at the same time represents an input EST1 ... 3 of the control unit STL - indicated by dotted lines. In each threshold decision means SWE1 ... 3 the current level of the supply voltage VS is permanently compared with a voltage threshold U1 ... 3 ($U1 > U2 > U3$) individually predefined for each threshold decision means SWE1 ... 3. If the level of the voltage supply VS sinks below one of the predefined voltage thresholds U1 ... 3, the respective threshold decision means SWE1 ... 3 generates a respective threshold signal sws1 ... 3 and transmits it to the control unit STL.

In the event of operating voltage BS failure the following steps will be carried out according to the inventive method:

If the level of the supply voltage VS sinks below the first predefined voltage threshold U1 - failure of the primary voltage source - this will be reported from the first threshold decision means SWE1 to the control unit STL im-

plemented in the application specific integrated circuit ASIC by generating and transmitting a first threshold signal sws1. The control unit STL is designed such that on receipt of the first threshold signal sws1 all program technical processes currently running in the control module STB and the processor accesses - for example to the volatile memory DRAM - carried out by those will be terminated according to the process and thus all data to be backed up beyond the failure of the operating voltage BS - especially the register data filed in the volatile memory DRAM of the individual program technical processes active at the moment of the voltage supply failure - are updated and thus represent a stable program technical state of the control module STB. Afterwards, the application specific integrated circuit ASIC and the volatile memory DRAM are isolated from the operation voltage BS by the control unit STL - indicated by the opening represented by the broken arrow E1 of the switch SC arranged in the switching unit S1 in- wherein the named units - ASIC, DRAM - are supplied by the capacitor K functioning as substitute voltage source EQ with the supply voltage VS or energy - buffering. As a further measure, a specific control signal sequence sqs is generated in the control unit STL and conducted to an input EDR of the volatile memory DRAM via an output AST of the control unit STL representing at the same time an output AA of the application specific integrated circuit ASIC and via a signalling line SL. By the receipt of the control signal sequence sqs the volatile memory DRAM is switched into a state in which no write or read accesses are possible, but the data stored therein will be retained - "self-refresh-mode" or "power-down-mode". By buffering the application specific integrated circuit ASIC and the volatile memory DRAM the following information relevant for re-initialisation or reactivation of control module STB or for a failure analysis are backed up beyond the failure of operating voltage BS:

- the current data in the volatile memory DRAM, for example last update of system configuration,
- 5 - the current time - real time clock keeps running - ,
 as well as
- 10 - the hardware operating condition identified by the
 element HE - this has to be emphasized in so far that
 current hardware information is not stored in the
 volatile memory DRAM and can thus not be backed up by
 only buffering the volatile memory DRAM.

If the level of the supply voltage VS supplied by the substitute voltage source EQ sinks below a predefined second voltage threshold U2, this will be reported by the second threshold decision means SWE2 by generating and transmitting a second threshold signal sws2 to the control unit STL, that deactivates the buffering of the volatile memory DRAM upon receipt of the second threshold signal sws2, i.e.

15 separates the supply voltage input UD of the volatile memory DRAM from the substitute voltage source EQ - indicated by the opening of the switch SC arranged in the switching unit 52 illustrated via the broken arrow E2. Thereby the data placed in the volatile memory DRAM will be lost. Advantageously, the two voltage thresholds U1, U2 are defined such that in the present case of using the control module STB the time from the failure of the primary voltage source - BS or $VS < U1$ - to the remaining under the second voltage threshold U2 - $VS < U2$ of the supply voltage VS supplied by

20 the substitute voltage source EQ - is sufficient for a proper read - out of data stored in the volatile memory DRAM and thus the control module STB or a communication system integrating the control module STL can be continuously operated in normal mode without data loss after reactivating the primary voltage source or operating voltage BS. Since buffering of the volatile memory DRAM switched to "power-down-mode" means a significant performance or energy consumption EPD relevant for the inventive criteria depend-

30

35

ent decision process, a significantly longer buffering time can be achieved by separating the volatile memory DRAM from the substitute voltage source EQ for the remaining dynamical high-priority functions running in the application specific integrated circuit ASIC. By means of these dynamical function for example the extraction of the control module STB from a module frame will be realized and a respective data set provided with the current time is stored in the application specific integrated circuit ASIC.

10 If the level of the supply voltage VS supplied by the substitute voltage source EQ falls below the predefined third voltage threshold $U_3 - VS < U_3$ -, this will be reported by the third threshold decision means SWE3 to the control unit

15 STL by generating and transmitting a third threshold signal sws3. Upon reception of the third threshold signal sws3 the control unit STL prompts the deactivation of all dynamical high-priority functions still running in the application specific integrated circuit ASIC. Thereby the energy requirements EPA of the application specific integrated circuit ASIC is further drastically reduced, since the integrated circuit ASIC realized in CMOS-technique has a very low current consumption or energy consumption in the static operation. Further, in this state the information identifying the hardware operating conditions are backed up, that

20 are available for further evaluations - for example procedure and failure analysis - after return to service of the control module, i.e. restoration of the primary voltage source.

30 By the inventive method described in this embodiment for carrying out measures arranged on several levels - power-down-hierarchy-, i.e. adjusted to the respective current level of the supply voltage VS a predefined system individual behaviour of the control module STB can be realized in

35 the case of primary voltage source failure. Advantageously, by introducing further levels - for example by introducing further voltage thresholds $U_4 \dots n$ - and by using programma-

ble and thereby to the current operating event adjustable voltage threshold decision means SW4 ... n the functionality of the system can be defined more precise in the case of operating voltage failure and can be adjusted to the respective application.

5

Claims

- 5 1. Method for controlling functions in a program-
controlled circuit (STB) in the event of operating
voltage (BS) failure, wherein in the event of operat-
ing voltage (BS) failure the circuit arrangement (STB)
is supplied with limited energy reserve by a substi-
10 tute voltage source (EQ) with a supply voltage (VS)
sinking with sinking energy reserve, characterized in
that depending from the level of supply voltage (VS)
at least a partial function of the functions will be
activated dependent on predefined criteria (EPD), EPR.
15
2. Method according to claim 1, characterized in that the
energy reserve of the substitute voltage source (EQ)
is used optimally considering the total functionality.
- 20 3. Method according to claim 1 or 2, characterized in
that the predefined criteria (EPD, EPR) are repre-
sented by priorities that can be allocated to the
functions or their partial functions.
- 25 4. Method according to claim 3, characterized in that the
priorities are allocated according to
- the importance of the respective function or par-
30 tial function and/or
 - the partial or function procedure specific energy
consumption.
- 35 5. Method according to one of the preceding claims char-
acterized in that the dependency from the level of the
supply voltage (VS) is defined by remaining under this
supply voltage (VS) below at least one pre-definable
voltage threshold (U1 ... 3).

6. Method according to one of the preceeding claims characterized in that the substitute voltage source (EQ) with limited energy reserve it realized by
- 5
- a back-up battery or
 - a nickel-cadmium-accumulator or
 - 10 - a capacitor (K) with very high capacity.
7. Arrangement for controlling functions in a program-controlled circuit (STB) in the event of operating voltage (BS) failure, wherein in the event of operating voltage (BS) failure the circuit (STB) is supplied
- 15 with limited energy reserves by a substitute voltage source (EQ) with a supply voltage (VS) sinking with sinking energy reserve, characterized in that
- 20 - that in at least one comparison means (SWE1 ... 3) means
 - for detecting the current level of supply voltage (VS) and
 - 25 - for forming a threshold signal (sws1 ... 3) in dependency from the detected level of supply voltage (VS) are arranged, wherein said formed threshold signal (sws1 ... 3) is conducted to an
 - 30 output (AS) of the comparison means (SWE1 ... 3) and
 - that the output (AS) of the at least one comparison means (SWE1 ... 3) is connected to one output (EST1 ... 3) of one control unit (STL), respectively, and
 - 35

- 5 - that the control unit (STL) comprises means for
 deactivating of at least one partial function of
 the functions depending on the at least one
 threshold signal (sws1 ... 3) applied to one input
 (EST1 ... 3), respectively, and depending on prede-
 fined criteria (EPD, EPA).
- 10 8. Arrangement according to claim 7, characterized in
 that the means for forming a threshold signal (sws1 ...
 3) is designed such that the threshold signal (sws1 ...
 3) is formed dependent on remaining under the level of
 supply voltage (VS) below a pre-definable voltage
 threshold (U1 ... 3).
- 15 9. Arrangement according to claim 7 or 8, characterized
 in that the means for deactivating of at least a par-
 tial function of the functions according to predefined
 criteria (EPD, EPA) are designed such that the deacti-
 vating of functions or their partial functions takes
20 place dependent on the priorities allocatable to the
 functions or the partial functions, wherein the pri-
 orities are allocated according to
- 25 - the importance of the respective function or par-
 tial function and/or
- the partial or function procedure specific energy
 consumption.
- 30 10. Arrangement according to claim 7, 8 or 9, character-
 ized in that the program-controlled circuit (STB) is
 integrated into a communication system.

ABSTRACT

The invention concerns a method wherein, in the event of a failure in a programme-controlled circuit (STB) of the operating voltage (BS), supplied by a primary voltage source, the circuit (STB) is supplied with supply voltage (VS) by means of a replacement voltage source (EQ) with a limited supply of energy. Depending on the level of the supply voltage (VS), at least one subfunction of the functions performed in the circuit (STB) is deactivated as a function of its importance and/or its energy consumption specific to its function sequence, the energy supply from the replacement voltage source (EQ) being used in an optimum manner in consideration of total functionality.



15 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 196 39 644 A 1

51 Int. Cl. 6:
H 02 J 9/06
G 06 F 1/30
H 04 L 12/10
H 04 Q 1/28

21 Aktenzeichen: 196 39 644.1
22 Anmeldetag: 26. 9. 96
43 Offenlegungstag: 2. 4. 98

DE 196 39 644 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

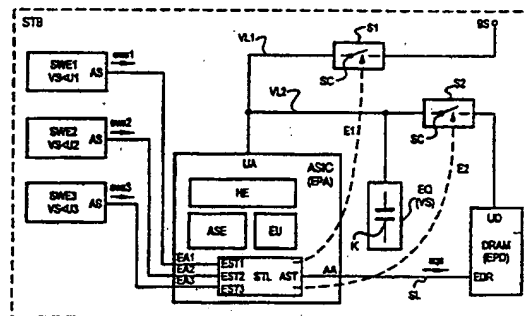
72 Erfinder:
Ernst, Edmund, Dipl.-Ing., 81373 München, DE;
Schmidt, Kai, Dipl.-Ing., 85591 Vaterstetten, DE;
Klein, Josef, Dipl.-Ing., 83623 Dietramszell, DE

56 Entgegenhaltungen:
DE 1 95 17 861 C1
DE 40 22 887 C2
Neues Konzept: Stromversorgung, USV und Daten-
sicherung vereint In: Elektro-Anzeiger, Nr. 2,
v. 16.2.1990, S. 44;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Anordnung zur Steuerung von Funktionen in einer programmgesteuerten Schaltungsanordnung bei Ausfall der Betriebsspannung

57 Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird bei Ausfall der von einer Primärspannungsquelle gelieferten Betriebsspannung (BS) in einer programmgesteuerten Schaltungsanordnung (STB) diese durch eine Ersatzspannungsquelle (EQ) mit begrenzten Energievorrat mit Versorgungsspannung (VS) versorgt. Abhängig von der Höhe der Versorgungsspannung (VS) wird zumindest eine Teilfunktion der in der Schaltungsanordnung (STB) realisierten Funktionen in Abhängigkeit von deren Wichtigkeit und/oder deren Funktionsablauf-spezifischen Energieverbrauch deaktiviert, wobei der Energievorrat der Ersatzspannungsquelle (EQ) unter Berücksichtigung der Gesamtfunktionalität optimal genutzt wird.



DE 196 39 644 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

In datenverarbeitungs- und vermittlungstechnischen Anlagen, insbesondere Kommunikationsanlagen bzw. Kommunikationssystemen, sind gegebenenfalls Maßnahmen erforderlich, die ein vorgebbares, bzw. definiertes Verhalten der Kommunikationsanlage bei Ausfall der Betriebsspannung — Primärspannungsquelle — gewährleisten. Diese Maßnahmen bewirken beispielsweise ein Sichern von kritischen Daten bzw. Betriebszuständen der Kommunikationsanlage über den Zeitraum des Spannungsausfalls hinaus und/oder gewährleisten die Aufrechterhaltung hochprioritärer Funktionen — grundlegende Basisfunktionen — bzw. der durch diese realisierten Leistungsmerkmale. Zusätzlich werden wichtige Ereignisse oder programmspezifische Ablaufinformationen von bei Spannungsausfall aktuell aktiven programmgesteuerten Prozessen aufgezeichnet — z. B. die für eine Fehleranalyse notwendigen Trace- oder Debugging-Informationen.

Bisher werden in Kommunikationsanlagen oder bei Computersystemen für die zur Durchführung der erläuterten Maßnahmen erforderliche Energieversorgung bei Ausfall der Betriebsspannung Stützbatterien oder Akkus eingesetzt, welche das Kommunikations- bzw. das Computersystem in einem betriebsbereiten Zustand halten oder zumindest einen Notbetrieb ermöglichen. Diese für spezielle Anwendungsfälle unverzichtbare Ersatz-Energieversorgung ist jedoch mit hohen Kosten verbunden. Alternativ kann durch eine teilweise Energieversorgung des Kommunikationssystems eine kostengünstigere Aufrechterhaltung zumindest eines Teils der Funktionalität des Systems bei Ausfall der Betriebsspannung gewährleistet werden, wobei wichtige Teilfunktionen bzw. Schaltungsteile des Systems in einem betriebsbereiten Zustand gehalten oder zumindest Datenverluste verhindert werden. Derartige teilweise Energieversorgungen — bzw. Pufferungen von Komponenten des Kommunikationssystems durch eine Batterie oder einen Akku — werden beispielsweise bei kritischen Daten festhaltenden, flüchtigen Speicherbausteinen oder bei Echtzeitschaltungen durchgeführt. Durch die Pufferung von Teilfunktionen wird jedoch die Funktionalität einer Anlage bzw. eines Systems bei einem Betriebsspannungsausfall deutlich eingeschränkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei Betriebsspannungsausfällen in informationstechnischen Anordnungen die zur Verfügung stehenden Energie hinsichtlich der Aufrechterhaltung der maximal möglichen Funktionalität der Anordnung optimal auszunutzen. Die Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren und einer Anordnung gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 und 7 durch deren kennzeichnende Merkmale gelöst.

Der wesentliche Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, das abhängig von der Höhe der Versorgungsspannung zumindest eine Teilfunktion der Funktionen in Abhängigkeit von vorgegebenen Kriterien deaktiviert wird. Vorteilhaft wird die Deaktivierung derart durchgeführt, daß der Energievorrat der Ersatzspannungsquelle unter Berücksichtigung der Gesamtfunktionalität optimal genutzt wird — Anspruch 2.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß bei einem Betriebsspannungsausfall alle in einer Kommunikationsanlage oder -system ablaufenden bzw. realisierten Funktionen bzw. die durch diese realisierten Leistungsmerkmale differenziert über die Zeit behandelt werden; d. h. für jede

Funktion bzw. jedes Leistungsmerkmal wird eine kriterienabhängige, funktions- bzw. leistungsmerkmalindividuelle Entscheidung dahingehend getroffen, ob die jeweilige Funktion bzw. das jeweilige Leistungsmerkmal im aktiven Zustand bleibt oder aktivierbar ist oder deaktiviert wird. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann für jedes Kommunikationssystem durch Festlegen von Kriterien das Verhalten bzw. die Funktionalität bei Ausfall der Versorgungsspannung individuell bestimmt und somit die zur Verfügung stehende Energie der Ersatzspannungsquelle hinsichtlich der Aufrechterhaltung einer maximal möglichen Funktionalität der Anlage optimal ausgenutzt werden.

Vorteilhaft sind die vorgegebenen Kriterien durch den Funktionen bzw. deren Teilfunktionen zuordenbare Prioritäten repräsentiert — Anspruch 3, wobei die Prioritäten nach der Wichtigkeit der jeweiligen zu puffernden Funktionen bzw. Teilfunktionen und/oder dem teil- bzw. funktionsablaufspezifischen Energieverbrauch zugeordnet werden — Anspruch 4. Durch die kriterienabhängige Zuordnung von Prioritäten wird eine maximale Flexibilität hinsichtlich der erreichbaren Funktionalität eines Kommunikationssystems nach einem Spannungsausfall erreicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf der Eigenschaft unterschiedlicher Ersatzspannungsquellen, daß bei sinkendem Restenergieinhalt die Höhe der Versorgungsspannung der Ersatzspannungsquelle absinkt. Vorteilhaft ist die Abhängigkeit von der Höhe der Versorgungsspannung durch ein Unterschreiten dieser Versorgungsspannung unter zumindest einen vorgebbaren Spannungs-Schwellwert definiert — Anspruch 5. Durch die Vorgabe von Spannungs-Schwellwerten kann beispielsweise eine vorgegebene, stufenweise Funktionseinschränkung einer Kommunikationsanlage programmtechnisch besonders einfach realisiert werden. Dabei werden bei Unterschreiten der Versorgungsspannung unter einen vorgegebenen Spannungs-Schwellwert entsprechende Maßnahmen ausgeführt, die derart abgestimmt sind, daß mit geringer werdendem Energievorrat der Ersatzspannungsquelle nur mehr diejenigen Funktionen höchster Priorität, d. h. größter Wichtigkeit und/oder geringsten teilbzw. funktionsablaufspezifischen Energieverbrauch aktiv sind.

Vorteilhaft ist die Ersatzspannungsquelle mit begrenzten Energievorrat durch eine Stützbatterie, einen Nickel-Cadmium-Akku oder einen Kondensator mit sehr hoher Kapazität realisiert — Anspruch 6. Durch die Verwendung eines Kondensators mit sehr hoher Kapazität kann auf umweltproblematische Batterien und Akkus verzichtet werden. Zusätzlich ergeben sich fertigungstechnische und logistische Vorteile — keine Sockel oder separates Handling notwendig —, d. h. das erfindungsgemäße Verfahren kann besonders wirtschaftlich d. h. kostengünstig realisiert werden.

Weitere Ausgestaltungen, insbesondere eine Anordnung zur Steuerung von Funktionen in einer programmgesteuerten Schaltungsanordnung bei Ausfall der Betriebsspannung, sind den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung von Funktionen in einer programmgesteuerten Schaltungsanordnung beim Ausfall der Betriebsspannung anhand eines Blockschaltbildes näher erläutert.

Das Blockschaltbild zeigt eine Steuerbaugruppe STB mit einer Ablaufsteuerung ASE, einer Echtzeituhr EU und einem den hardwaremäßigen Betriebszustand der

Steuerbaugruppe STB kennzeichnenden Element HE. Der hardwaremäßige Betriebszustand der Steuerbaugruppe STB ist beispielsweise durch Informationen über Abweichungen der Frequenz von Quarzen von der Normalfrequenz, Zeitpunkt des Spannungsausfalls, Art der Aktivität vor dem Spannungsausfall oder Informationen zur programm- bzw. schaltungsspezifischen Fehlersuche bzw. Fehleranalyse bestimmt — Trace- und Debugging-Information. Vorteilhaft sind die Ablaufsteuerung ASE, Echtzeituhr EU und das den hardwaremäßigen Betriebszustand der Steuerbaugruppe STB kennzeichnende Element HE in einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC — "Application Specific Integrated Circuit" — realisiert. In dieser ist zusätzlich eine für die Steuerung des erfindungsgemäßen Verfahrens notwendige Steuereinheit STL implementiert. Weiterhin ist in der Steuerbaugruppe STB ein flüchtiger Speicher DRAM als Arbeitsspeicher angeordnet, auf den alle in der Steuerbaugruppe STB aktuell ablaufenden programmtechnischen Prozesse zugreifen und der somit die aktuellen Daten der laufenden Prozesse bzw. aktuelle Konfigurationsdaten beinhaltet. Ein Versorgungsspannungseingang UA der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC ist über eine erste Versorgungsleitung VL1 und eine erste Schalteinheit S1 an eine die Primärspannungsquelle repräsentierende Betriebsspannung BS angeschlossen. Desweiteren ist der Versorgungsspannungseingang UA über eine zweite Versorgungsleitung VL2 mit einem als Ersatzspannungsquelle EQ eingesetzten Kondensator K mit sehr hoher Kapazität — auch als "Supercap" bezeichnet — und über eine zweite Schalteinheit S2 mit einem Versorgungsspannungseingang UD des flüchtigen Speichers DRAM verbunden. Bei normalem, d. h. störungsfreiem Systembetrieb der Steuerbaugruppe STB sind die in den beiden Schalteinheiten S1, S2 angeordneten Schalter SC geschlossen und somit die Versorgungsspannungseingänge UA, UD sowie der als Ersatzspannungsquelle EQ eingesetzte Kondensator K an die Betriebsspannung BS geschaltet, wobei der Kondensator K mit Energie geladen wird. Im folgenden wird sowohl die von der Primärspannungsquelle gelieferte Betriebsspannung BS als auch die von der Ersatzspannungsquelle EQ gelieferte Spannung als Versorgungsspannung VS bezeichnet. Desweiteren weist die Steuerbaugruppe STB drei Schwellwertentscheider SWE1 ... 3 auf, wobei ein Ausgang AS jedes Schwellwertentscheiders SWE1 ... 3 über eine Verbindungsleitung mit einem Eingang EA1 ... 3 der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC, der zugleich einen Eingang EST1 ... 3 der Steuereinheit STL repräsentiert — durch punktierte Linien angedeutet —, verbunden ist. In jedem Schwellwertentscheider SWE1 ... 3 wird permanent die aktuelle Höhe der Versorgungsspannung VS mit einem für jeden Schwellwertentscheider SWE1 ... 3 jeweils individuell vorgegebenen Spannungs-Schwellwert $U_1 \dots 3$ ($U_1 > U_2 > U_3$) verglichen. Sinkt die Höhe der Versorgungsspannung VS unter einen der vorgegebenen Spannungs-Schwellwerte $U_1 \dots 3$, wird vom entsprechenden Schwellwertentscheider SWE1 ... 3 ein entsprechendes Schwellwert-Signal $sws_1 \dots 3$ generiert und an die Steuereinheit STL übermittelt.

Bei einem Ausfall der Betriebsspannung BS werden folgende Schritte gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren durchgeführt:

Sinkt die Höhe der Versorgungsspannung VS unter den ersten vorgegebenen Spannungs-Schwellwert U_1 — Ausfall der Primärspannungsquelle — wird dies vom

ersten Schwellwertentscheider SWE1 an die in der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC implementierten Steuereinheit STL durch Generierung und Übermitteln eines ersten Schwellwert-Signals sws_1 gemeldet. Die Steuereinheit STL ist so konzipiert, daß bei Empfang des ersten Schwellwert-Signals sws_1 alle aktuell in der Steuerbaugruppe STB ablaufenden programmtechnischen Prozesse und die von diesen ausgeführten Prozessorzugriffe — beispielsweise auf den flüchtigen Speicher DRAM — prozeßgemäß abgeschlossen werden und somit alle über den Ausfall der Betriebsspannung BS hinaus zu sichernden Daten — insbesondere die im flüchtigen Speicher DRAM abgelegten Registerdaten der einzelnen im Moment des Betriebsspannungsausfalls aktiven programmtechnischen Prozesse — aktualisiert sind und somit einen stabilen, programmtechnischen Zustand der Steuerbaugruppe STB repräsentieren. Anschließend werden durch die Steuereinheit STL die anwendungsspezifische integrierte Schaltung ASIC und der flüchtige Speicher DRAM von der Betriebsspannung BS isoliert — durch das mittels strichlierten Pfeil E1 dargestellte Öffnen des in der Schaltungseinheit S1 angeordneten Schalters SC angedeutet —, wobei die genannten Einheiten — ASIC, DRAM — von dem als Ersatzspannungsquelle EQ fungierenden Kondensator K mit der Versorgungsspannung VS bzw. Energie versorgt werden — Pufferung. Als weitere Maßnahme wird in der Steuereinheit STL eine spezielle Steuersignalsequenz sqs erzeugt und über einen Ausgang AST der Steuereinheit STL, der zugleich einen Ausgang AA der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC repräsentiert, und über eine Signalisierungsleitung SL an einen Eingang EDR des flüchtigen Speichers DRAM geführt. Durch den Empfang der Steuersignalsequenz sqs wird der flüchtige Speicher DRAM in einen Zustand geschaltet, in dem zwar keine Schreib- und Lesezugriffe mehr möglich sind, die darin abgelegten Daten bleiben jedoch erhalten — "Self-Refresh-Mode" bzw. "Power-Down-Modus". Durch die Pufferung der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC und des flüchtigen Speichers DRAM sind folgende für eine Reinitialisierung bzw. Reaktivierung der Steuerbaugruppe STB oder für eine Fehleranalyse relevanten Informationen über den Ausfall der Betriebsspannung BS hinaus gesichert:

- die aktuellen Daten im flüchtigen Speicher DRAM, z. B. letzter Stand der Systemkonfiguration,
- die aktuelle Uhrzeit — Echtzeituhr läuft weiter —, sowie
- der durch das Element HE gekennzeichnete hardwaremäßige Betriebszustand — dies ist insofern hervorzuheben, da aktuelle Hardwareinformationen nicht im flüchtigen Speicher DRAM gespeichert und somit nicht durch eine alleinige Pufferung des flüchtigen Speichers DRAM gesichert werden können.

Sinkt die Höhe der von der Ersatzspannungsquelle EQ gelieferten Versorgungsspannung VS unter einen vorgegebenen zweiten Spannungs-Schwellwert U_2 , wird dies vom zweiten Schwellwertentscheider SWE2 durch Generierung und Übermitteln eines zweiten Schwellwert-Signals sws_2 an die Steuereinheit STL gemeldet, welche bei Empfang des zweiten Schwellwert-Signals sws_2 die Pufferung des flüchtigen Speichers DRAM deaktiviert, d. h. den Versorgungsspannungsein-

gang UD des flüchtigen Speichers DRAM von der Ersatzspannungsquelle EQ trennt — durch das mittels strichlierten Pfeil E2 dargestellte Öffnen des in der Schalteinheit 52 angeordneten Schalters SC angedeutet. Dabei gehen die im flüchtigen Speicher DRAM abgelegten Daten verloren. Vorteilhaft sind die beiden Spannungs-Schwellwerte U1, U2 derart festgelegt, daß bei vorliegendem Einsatzfall der Steuerbaugruppe STB der Zeitraum vom Ausfall der Primärspannungsquelle — BS bzw. $VS < U1$ — bis zum Unterschreiten der von der Ersatzspannungsquelle EQ gelieferten Versorgungsspannung VS unter den zweiten Spannungs-Schwellwert U2 — $VS < U2$ — für ein ordnungsgemäßes Auslesen der im flüchtigen Speicher DRAM abgelegten Daten ausreichend ist und somit die Steuerbaugruppe STB, bzw. ein die Steuerbaugruppe STL integrierendes Kommunikationssystem nach Reaktivierung der Primärspannungsquelle bzw. Betriebsspannung BS ohne Datenverlust im Normalbetrieb weiterbetrieben werden kann. Da die Pufferung des in den "Power-Down-Modus" geschalteten flüchtigen Speichers DRAM einen erheblichen, für den erfindungsgemäßen, kriterienabhängigen Entscheidungsprozeß relevanten Leistungs- bzw. Energieverbrauch EPD bedeutet, kann durch die Abtrennung des flüchtigen Speichers DRAM von der Ersatzspannungsquelle EQ für die verbleibenden, in der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC ablaufenden, hochprioritären, dynamischen Funktionen eine wesentlich längere Pufferungszeit erreicht werden. Mittels dieser dynamischen Funktionen wird beispielsweise das Herausziehen der Steuerbaugruppe STB aus einem Baugruppenrahmen erkannt und ein entsprechender mit der aktuellen Uhrzeit versehener Datensatz in der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC gespeichert.

Fällt die Höhe der von der Ersatzspannungsquelle EQ gelieferten Versorgungsspannung VS unter den vorgegebenen dritten Spannungs-Schwellwert U3 — $VS < U3$ —, wird dies vom dritten Schwellwertentscheider SWE3 durch Generierung und Übermitteln eines dritten Schwellwert-Signals sws3 an die Steuereinheit STL gemeldet. Bei Empfang des dritten Schwellwert-Signals sws3 veranlaßt die Steuereinheit STL die Deaktivierung aller in der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC noch ablaufenden dynamischen, hochprioritären Funktionen. Dadurch wird der Energiebedarf EPA der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung ASIC weiter erheblich reduziert, da die in CMOS-Technik realisierte integrierte Schaltung ASIC im statischen Betrieb eine sehr geringe Stromaufnahme bzw. Energieaufnahme aufweist. In diesem Zustand werden weiterhin die den hardwaredmäßigen Betriebszustand kennzeichnenden Informationen festgehalten, welche nach einer Wiederinbetriebnahme der Steuerbaugruppe, d. h. Wiederherstellen der Primärspannungsquelle, für weiterführende Auswertungen — z. B. Ablauf- und Fehleranalyse — zur Verfügung stehen.

Durch das in diesem Ausführungsbeispiel beschriebene erfindungsgemäße Verfahren zur Durchführung von auf mehreren Ebenen — Power-Down-Hierarchie — angeordneten, d. h. auf die jeweilige aktuelle Höhe der Versorgungsspannung VS abgestimmten Maßnahmen, kann mit geringsten Aufwand ein vorgegebenes, systemindividuelles Verhalten der Steuerbaugruppe STB bei Ausfall der Primärspannungsquelle realisiert werden. Vorteilhaft kann durch Einführen weiterer Ebenen — beispielsweise durch Einführen weiterer Spannungs-Schwellwerte U4 ... n — und den Einsatz pro-

grammierbarer und damit an den aktuellen Betriebsfall anpaßbarer Spannungs-Schwellwertentscheider SW4 ... n die Funktionalität eines Systems bei Betriebsspannungsausfall präziser definiert und dem jeweiligen Anwendungsfall angepaßt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung von Funktionen in einer programmgesteuerten Schaltungsanordnung (STB) bei Ausfall der Betriebsspannung (BS), wobei bei Ausfall der Betriebsspannung (BS) die Schaltungsanordnung (STB) durch eine Ersatzspannungsquelle (EQ) mit begrenzten Energievorrat mit bei abnehmendem Energievorrat abfallender Versorgungsspannung (VS) versorgt wird, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig von der Höhe der Versorgungsspannung (VS) zumindest eine Teilfunktion der Funktionen in Abhängigkeit von vorgegebenen Kriterien (EPD, EPA) deaktiviert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Energievorrat der Ersatzspannungsquelle (EQ) unter Berücksichtigung der Gesamtfunktionalität optimal genutzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebenen Kriterien (EPD, EPA) durch den Funktionen bzw. deren Teilfunktionen zuordenbare Prioritäten repräsentiert sind.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Prioritäten nach
 - der Wichtigkeit der jeweiligen Funktion bzw. Teilfunktion und/oder
 - dem teil- bzw. funktionsablauf-spezifischen Energieverbrauch zugeordnet werden.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abhängigkeit von der Höhe der Versorgungsspannung (VS) durch ein Unterschreiten dieser Versorgungsspannung (VS) unter zumindest einen vorgebbaren Spannungs-Schwellwert (U1 ... 3) definiert ist.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ersatzspannungsquelle (EQ) mit begrenzten Energievorrat durch
 - eine Stützbatterie oder
 - einen Nickel-Cadmium-Akku oder
 - einen Kondensator (K) mit sehr hoher Kapazität realisiert ist.
7. Anordnung zur Steuerung von Funktionen in einer programmgesteuerten Schaltungsanordnung (STB) bei Ausfall der Betriebsspannung (BS), wobei bei Ausfall der Betriebsspannung (BS) die Schaltungsanordnung (STB) durch eine Ersatzspannungsquelle (EQ) mit begrenzten Energievorrat mit bei abnehmendem Energievorrat abfallender Versorgungsspannung (VS) versorgt wird, dadurch gekennzeichnet,
 - daß in zumindest einer Vergleichereinheit (SWE1 ... 3) Mittel
 - zur Erfassung der aktuellen Höhe der Versorgungsspannung (VS) und
 - zur Bildung eines Schwellwert-Signals (sws1 ... 3) in Abhängigkeit von der erfaßten Höhe der Versorgungsspannung (VS) angeordnet sind, wobei das gebildete Schwellwert-Signal (sws1 ... 3) an einen Ausgang (AS) der Vergleichereinheit (SWE1 ... 3) geführt ist und
 - daß der Ausgang (AS) der zumindest einen

Vergleichereinheit (SWE1 ... 3) jeweils an einen Eingang (EST1 ... 3) einer Steuereinheit (STL) geschaltet ist, und

— daß die Steuereinheit (STL) Mittel zum Deaktivieren von zumindest einer Teilfunktion der Funktionen abhängig von dem zumindest einen jeweils an einen Eingang (EST1 ... 3) anliegenden Schwellwert-Signal (sws1 ... 3) und abhängig von vorgegebenen Kriterien (EPD, EPA) aufweist.

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Bildung eines Schwellwert-Signals (sws1 ... 3) derart ausgestaltet sind, daß das Schwellwert-Signal (sws1 ... 3) abhängig vom Unterschreiten der Höhe der Versorgungsspannung (VS) unter einen vorgebbaren Spannungsschwellwert (U1 ... 3) gebildet wird.

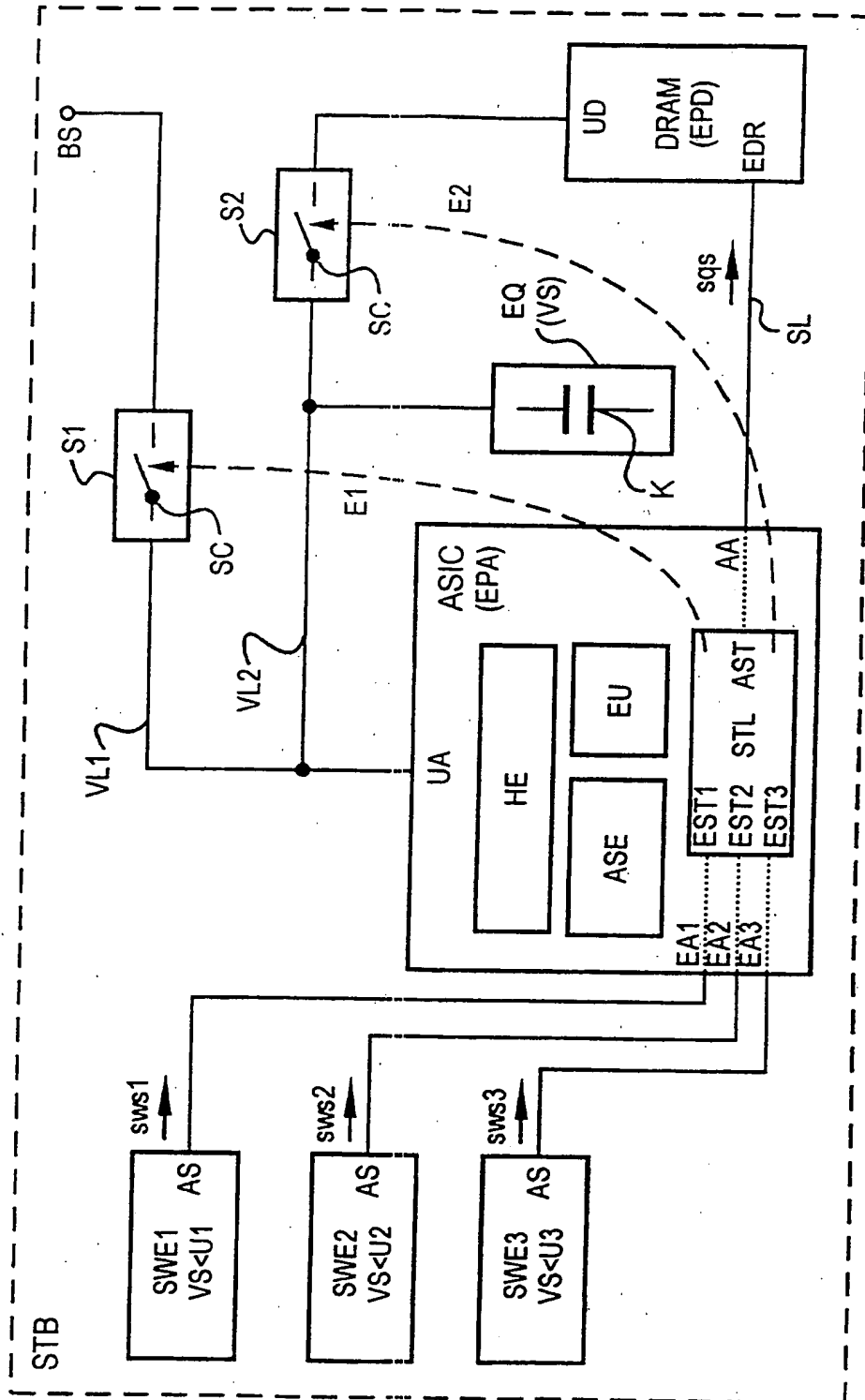
9. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Deaktivieren von zumindest einer Teilfunktion der Funktionen nach vorgegebenen Kriterien (EPD, EPA) derart ausgestaltet sind, daß die Deaktivierung der Funktionen bzw. deren Teilfunktionen abhängig von den Funktionen bzw. deren Teilfunktionen zuordenbaren Prioritäten erfolgt, wobei die Prioritäten nach

- der Wichtigkeit der jeweiligen Funktion bzw. Teilfunktion und/oder
- dem teil- bzw. funktionsablauf-spezifischen Energieverbrauch

zugeordnet sind.

10. Anordnung nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die programmgesteuerte Schaltungsanordnung (STB) in ein Kommunikationssystem integriert ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



BEST AVAILABLE COPY